

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-144335

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/06  
8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/06  
8/04

G  
P

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-293789

(22) 出願日 平成 8 年(1996)11月 6 日

(71) 出願人 000220262

東京瓦斯株式会社  
東京都港区海岸 1 丁目 5 番20号

(72) 発明者 池 田 元 一  
神奈川県逗子市逗子 6 - 5 - 35

(72) 発明者 大 塚 真 志  
神奈川県横浜市磯子区汐見台 3 - 3 - 2  
3306-615

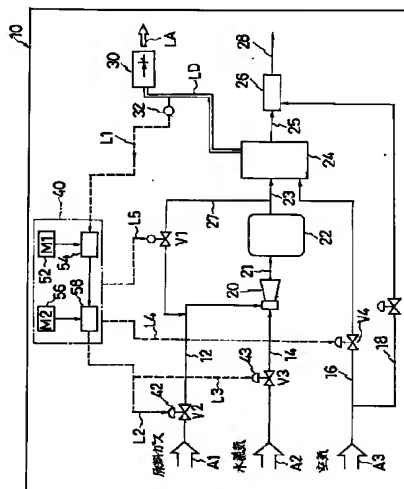
(74) 代理人 弁理士 高橋 敏忠 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 触媒が被毒状態になるのを予防出来て、高負荷領域でも触媒における反応が十分に行われ、低負荷領域においても所定の発電効率を保持することが出来る様な燃料電池装置及びその運転方法の提供。

【解決手段】 負荷検出手段(32)により燃料電池の負荷を測定し、測定された負荷に基づいてS/C比決定手段(40)によりS/C比を決定し、供給量調節手段(56、58、V2、V3、42、43)により、決定されたS/C比に基づいて、燃料電池の改質器に供給される水蒸気(A2)、原料ガス(A1)の供給量を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池の負荷を測定する負荷検出工程と、測定された負荷に基づいてスチーム・カーボン比を決定する工程と、燃料電池の改質器に供給される水蒸気、原料ガスの供給量を制御して前記工程で決定されたスチーム・カーボン比にする制御工程、とを含むことを特徴とする燃料電池装置の運転方法。

【請求項2】 改質器から燃料電池に送られる改質ガスを分岐して、改質ガスの一部を改質前の原料ガスに付加するリサイクル工程を含む請求項1の燃料電池装置の運転方法。

【請求項3】 燃料電池の負荷を測定する負荷検出手段と、測定された負荷に基づいてスチーム・カーボン比を決定するスチーム・カーボン比決定手段と、スチーム・カーボン比決定手段による決定に基づいて燃料電池の改質器に供給される水蒸気、原料ガスの供給量を制御する供給量調節手段、とを含むことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項4】 改質器から改質ガスを燃料電池に送る改質ガス通路から分岐して、改質前の原料ガスを改質器へ供給する原料ガス通路に合流する改質ガスリサイクル通路と、該リサイクル通路に介装されて改質ガス通路からの分岐流量を調節する分岐流量調節手段、とを含む請求項3の燃料電池装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原料ガス及び水蒸気を原料として発電する燃料電池装置及びその運転方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池の運転に際して、原料ガス及び水蒸気は先ず改質器に供給され、大量の水素を包含するガス（水素リッチガス：改質ガス）に改質されてから燃料電池本体に供給される。

【0003】ここで、原料ガスと水蒸気とをどの様な割合で改質器へ供給するのかについては、スチーム・カーボン比（ $m_o$  1比：以下「 $S/C$ 比」と記す）という数値で表現される。すなわち、相対的に水蒸気の量が多い場合には $S/C$ 比が多くなり、原料ガスの割合が多くなると $S/C$ 比が低下する。

【0004】 $S/C$ 比が小さいと、余剰の熱量を外部に取り出して別途有効利用をし易いので、出来る限り小さいことが望ましい。しかし、 $S/C$ 比が小さいと、改質器の触媒表面に炭素が析出した状態、所謂「触媒が被毒した状態」となり、触媒の反応促進機能が発揮されなくなってしまう。そして、 $S/C$ 比の理論的な最小値は2.0であるが、触媒の被毒を予防するため、実際の（燃料電池の）運転では $S/C$ 比を3.0程度としている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、 $S/C$ 比を

3.0程度で運転した場合には、燃料電池の負荷が低い領域では所望の発電効率（見掛け上の発電効率）が得られないという問題が存在する。図5を参照して、その理由を説明する。

【0006】図4において、燃料電池装置の水蒸気発生量（スチーム発生量）は特性線 $a-m-n$ であり、燃料電池の発電量（セル発電量： $kW$ ：原料料の必要量に比例）は特性線 $b-r-p$ であり、外部出力（ $kW$ ）は特性線 $c-o$ 、燃料電池装置の運転に必要な水蒸気量（必要スチーム量）は特性線 $d-m-p$ 、発電効率は特性線 $e-r-o$ で示されている。そして、符号 $r$ で示す箇所よりも負荷率が高い領域においては、発電効率は一定である（特性線 $e-r$ の範囲）が、符号 $r$ より負荷率が小さい領域（特性線 $r-o$ の範囲）では発電効率が低下している。

【0007】符号 $r$ と負荷率が同一箇所 $m$ よりも負荷率が小さな領域（特性線 $m-n$ の領域）においては、運転に必要な水蒸気量（必要スチーム量）は負荷率とは無関係に一定の数値を示し、燃料電池の発電量（セル発電量）も、特性線 $r-p$ の領域においては必要スチーム量に対して一定の数値となる。そして、負荷率が小さな領域において（特性線 $r-p$ の領域）、外部出力に比例した発電量しか発電しない場合には、発生スチーム量が改質に必要なスチーム量に達成しない。そのため、セル発電量の中から、燃料電池の改質に必要な水蒸気を発生するための電力が優先的に使用される。従って、符号 $r$ より負荷率が小さい領域（特性線 $r-o$ の範囲）では、発電効率が低下するのである。

【0008】本発明は上述した従来技術の問題点に鑑みて提案されたものであり、低負荷領域においても所定の発電効率を保持することが出来る様な燃料電池装置及びその運転方法の提供を目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の燃料電池装置の運転方法は、燃料電池の負荷を測定する負荷検出工程と、測定された負荷に基づいてスチーム・カーボン比（ $S/C$ 比）を決定する工程と、燃料電池の改質器に供給される水蒸気、原料ガスの供給量を制御して前記工程で決定されたスチーム・カーボン比（ $S/C$ 比）にする制御工程、とを含んでいる。

【0010】また、本発明の燃料電池装置は、燃料電池の負荷を測定する負荷検出手段と、測定された負荷に基づいてスチーム・カーボン比（ $S/C$ 比）を決定するスチーム・カーボン比決定手段（ $S/C$ 比決定手段）と、スチーム・カーボン比決定手段（ $S/C$ 比決定手段）による決定に基づいて燃料電池の改質器に供給される水蒸気、原料ガスの供給量を制御する供給量調節手段、とを含んでいる。

【0011】この様に構成された本発明によれば、負荷

或いは負荷率が大きい領域では、その旨を負荷検出手段で検出し、 $S/C$ 比決定手段で $S/C$ 比を大きな数値に決定する。これにより、単位触媒当たりの水素ガス量を適正なものとし、且つ、水蒸気に対する原料ガスの割合を小さくして被毒を予防する。一方、負荷或いは負荷率が小さい領域では、 $S/C$ 比を小さな数値に決定する。 $S/C$ 比が小さくなれば必要スチーム量が減少するので、 $S/C$ 比が高い場合に比較して、負荷率が低い側でもスチーム発生量が必要スチーム量を上回り、余剰スチームが発生する。そのため、負荷率が低い領域であっても、外部に取り出すべき発電量により水蒸気を発生させる必要が無くなる。換言すれば、 $S/C$ 比が小さくなり、必要スチーム量が減少した結果、余剰スチームが発生する臨界点、すなわち発電効率が低下する臨界点が、負荷率の小さい側へ移行したのである。

【0012】ここで、本発明の燃料電池装置の運転方法において、改質器から燃料電池に送られる改質ガスを分岐して、改質ガスの一部を改質前の原料ガスに付加するリサイクル工程を含んでいるのが好ましい。

【0013】なお、例えば特開平7-215701号公報では、改質ガスの一部を改質前の段階にリサイクルして、触媒に対する炭素析出量を減少することにより、 $S/C$ 比を低下しても被毒を予防することが出来る技術が開示されている。

【0014】また本発明の燃料電池装置の運転装置は、改質器から改質ガスを燃料電池に送る改質ガス通路から分岐して、改質前の原料ガスを改質器へ供給する原料ガス通路に合流する改質ガスリサイクル通路と、該リサイクル通路に介装されて改質ガス通路からの分岐流量を調節する分岐流量調節手段、とを含んでいるのが好ましい。

【0015】改質されたガスは二酸化炭素( $CO_2$ )と水素( $H_2$ )とを包含するが、二酸化炭素( $CO_2$ )は炭素析出をせず、原料炭化水素濃度の希釈剤として働き、そのため、 $S/C$ 比を低くしても被毒の恐れが少ないのである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、添付図面の図1-4を参照して、本発明の1実施形態について説明する。なお、図において同一の部材には同一の符号を付して、重複説明を省略する。図1において、本発明の燃料電池装置は全体を符号10で示している。

【0017】燃料電池装置10には、それぞれ通路12、14を介して原料ガス(矢印A1)及び水蒸気(矢印A2)が供給される。ここで、原料ガスA1及び水蒸気A2の供給量、或いは供給比率( $S/C$ 比)は、それぞれ開閉弁V2、V3の開度を制御(制御態様については後述)することにより調節される。なお、燃料電池装置10には矢印A3で示す空気も供給されており、この空気A3は通路16を介して燃料電池本体(セル)24

の空気極に供給されると共に、通路18を介して改質器バーナへ供給される。

【0018】通路12、14を介して供給された原料ガスA1及び水蒸気A2は、エジェクタ20で合流して、通路21を介して改質器22へ供給される。改質器22に供給された燃料ガス $CH_4$ と水蒸気 $H_2O$ は、改質器22内の反応により水素ガス $H_2$ を多く包含した二酸化炭素 $CO_2$ との混合ガス(水素リッチガス:改質ガス)となる。そして通路23を介して、燃料電池本体(セル)24の燃料極に改質ガスが供給される。

【0019】通路23からは、開閉弁V1を介装する通路27が分岐しており、この分岐通路27は、原料ガスA1の供給通路12に(エジェクタ20の上流側にて)合流している。

【0020】燃料電池本体(セル)24から排出された改質ガスは、通路25を介して改質起バーナ26に供給され、排気通路28より排出される。また、セル24で発生した直流電流は、図1において2本線で示すラインLDを介してインバータ30に送られ、インバータ30において交流に変換されて負荷に供給される(矢印L1)。

【0021】ラインLDには負荷センサ32が介装されており、その測定結果は信号伝達ラインL1を介してコントロールユニット40に送られる。このコントロールユニット40はスチーム・カーボン比決定手段に該当する部材である。コントロールユニット40には、センサ32で検出された負荷と $S/C$ 比との関係が数式、特性図、或いはテーブル等の形態で記録された第1のメモリ52と、当該メモリ及びセンサ32からの出力信号により $S/C$ 比を求める第1の演算手段54と、 $S/C$ 比と開閉弁V2、V3の開度との関係が数式、特性図、或いはテーブル等の形態で記録された第2のメモリ56と、第1の演算手段の出力と第2のメモリから開閉弁V2、V3の開度を決定する開度決定手段58、とを備えている。そして、該弁開度決定手段58の出力信号は、それぞれ信号伝達ラインL2、L3を介して、原料ガスA1の供給量を制御する開閉弁V2のアクチュエータ42と、水蒸気A2の供給量を制御する開閉弁V3のアクチュエータ43に送出されて、該弁V2、V3の開度を決定された $S/C$ 比に対応する開度にせしめるのである。

【0022】なお、弁V2及びアクチュエータ42は原料ガスの供給量を制御する供給量調節手段に該当し、弁V3及びアクチュエータ43は水蒸気の供給量を制御する供給量調節手段に該当する。そして、符号L4はセル24の空気極への空気供給量を制御するための信号伝達ライン、符号L5は分岐通路27を流れるリサイクル用の改質ガスの流量を制御するための信号伝達ラインである。

【0023】次に図2及び図3をも参照して、図1で示

す実施形態の作用を説明する。ここで、 $S/C$ 比は負荷に対応して、2種類の数値 $F1$ （図3では3）、 $F2$ （図3では2）のいずれかに決定されるものとする。

【0024】まず、負荷が低下して $S/C$ 比が3から2に低下する場合の制御を説明する。負荷センサ32により燃料電池装置10の負荷を検出する（ステップS1）。そして、検出された負荷（図示の実施例では負荷率）が所定値（ケース・バイ・ケースで定まる数値）を下回ったか否かを判断する（ステップS2）。ここで、図3において符号 $r$ 、 $m$ 、 $q$ で示す箇所に対応する負荷率、すなわち負荷率50%を、図示の実施形態における前記所定値とする。

【0025】検出された負荷が所定値を下回れば（ステップS2がYes）、第1のメモリ52及び第1の演算手段54により、（それまで3であった） $S/C$ 比が2に決定される（ステップS3）。なお、図示の実施形態においては、負荷率が低い場合（ステップS2がYesの場合）には、触媒の被毒を防止するため、開閉弁V1を開放して改質ガスのリサイクルを行う（ステップS4）。

【0026】ステップS3において $S/C$ 比が決定したならば（ $S/C$ 比=2）、原料ガスA1と水素気A2との供給量の比率が決定された $S/C$ 比（=2）と一致する様に、開閉弁V2、V3の開度を調節する。具体的には、第1の演算手段54の出力と、第2のメモリ56と、弁開度決定手段58により対応する弁V2、V3の開度が求まり、制御信号としてラインL2、L3を介して各弁のアクチュエータ42、43に送られるのである（ステップS5、ステップS6）。

【0027】この様に $S/C$ 比を3から2に変化させた効果については、主として図3を参照して説明する。図3において、符号 $x1$ で示す箇所は、 $S/C$ 比=3から $S/C$ 比=2へ移行する点を示している。 $S/C$ 比=3の状態ではスチームの余剰が無くなる前に、 $S/C$ 比=2の状態に移行するのである。符号 $x2$ は、符号 $x1$ で示す箇所において $S/C$ 比=3から $S/C$ 比=2へ移行した際に、 $S/C$ 比=2における必要スチーム量を示す箇所である。符号 $m2$ 及び $q2$ で示す箇所は、 $S/C$ 比=2の状態でもスチームの余剰或いは余裕が無くなると判断される点である。但し、各々の燃料電池により、スチームの余裕の判定方法が異なる。なお、「 $m2-q2$ 」が余裕となる。符号Yは、前記余裕（ $m2-q2$ ）が下限値となる箇所、或いは、前記余裕が無くなると判断される箇所を意味している。そして、符号Yで示す箇所より負荷が小さい領域では、余剰スチーム量（或いは余裕： $m2-q2$ ）が一定となる様に制御される。なお、上述した符号 $x1$ 、 $x2$ 、 $m2$ 、 $q2$ 等は、各燃料電池の特性により異なり、各々の燃料電池でマスバランス、熱バランスを計算する必要がある。図3において、負荷率50%の箇所では $S/C$ 比が3から2に変化した結果、

必要スチーム量の特性線は $d-q-s$ から $d-x1-x2-q2-s2$ に変化する。これに伴い、スチーム発生量は $a-r-p$ で示す特性線から $a-m2-n2$ で示す特性線に変化し、発電量も特性線 $b-r-p$ から特性線 $b-y-p2$ に変化する。

【0028】発電効率は、図4からも分かる通り、 $S/C$ 比が3である場合には負荷率50%程度から悪化する。これに対して、 $S/C$ 比を2とした結果、符号 $y$ 、 $m2$ 、 $q2$ に対応する負荷率、負荷率30%程度、まで所定の効率（約40%）を保つことが出来る。

【0029】一方、負荷が増加して $S/C$ 比が2から3に増加する場合は、これと概略同様な制御が行われる。すなわち、負荷（負荷率）が所定値（図示の形態では50%）より大きければ（ステップS2がNo）、 $S/C$ を3（ $F1$ ）とする（ステップS7）。そして、負荷が高くなった場合には改質ガスのリサイクルを行うと触媒での反応がうまく行かないので、開閉弁V1を閉じる（ステップS8）。そして、弁V2、V3の開度を調節して、新たな $S/C$ 比（=3）に対応する開度に、それぞれ調節する（ステップS9、S10）。

【0030】

【発明の効果】本発明の作用効果を以下に列挙する。

- (1) 低負荷領域においても、良好な発電効率を維持出来る。
- (2) 高負荷領域においても、被毒を防止出来る。
- (3) 高負荷領域においても、単位触媒当たりの原料ガスの量を増加させることが無く、好適な反応を維持することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示すブロック図。

【図2】図1の実施形態の制御フローチャートを示す図。

【図3】図1、2の実施形態の作用効果を説明するための特性図。

【図4】図1、2の実施形態と従来技術の発電効率とを比較して示す特性図。

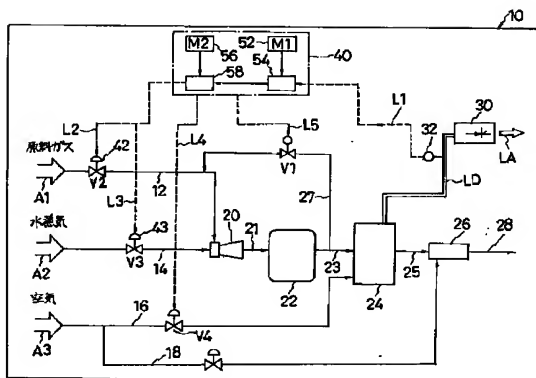
【図5】従来の燃料電池装置の各種特性を示す特性図。

【符号の説明】

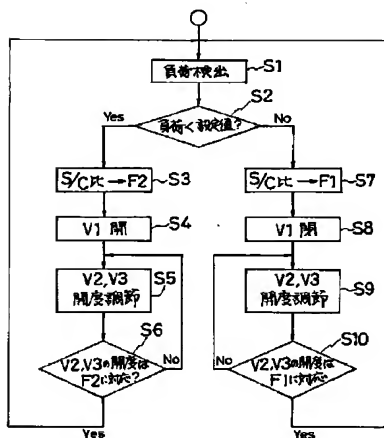
- 10・・・燃料電池装置
- 12、14、16、18、21、23、25、27、28・・・通路
- A1・・・原料ガス
- A2・・・水素気
- A3・・・空気
- V1、V2、V3・・・開閉弁
- 22・・・改質器
- 24・・・燃料電池本体（セル）
- 26・・・改質器バーナ
- 20・・・エジェクタ
- LD、LA・・・電流ライン

- 56・・・第2のメモリ  
58・・・弁開度決定手段  
42、43・・・開閉弁アクチュエータ  
L2、L3、L4、L5・・・信号伝達ライン

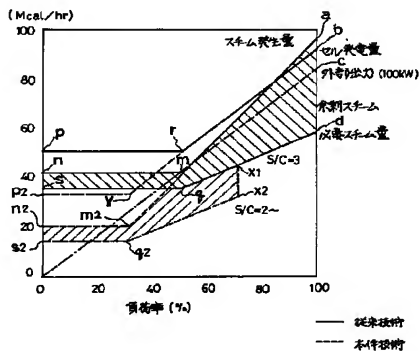
【図1】



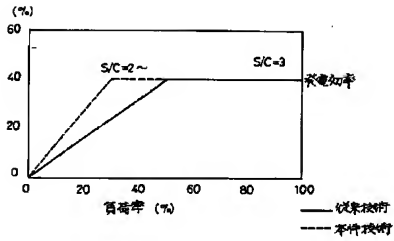
【图2】



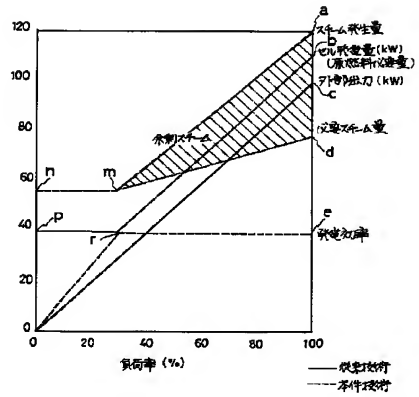
【图3】



【図4】



【図5】



PAT-NO: JP410144335A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10144335 A  
TITLE: FUEL CELL APPARATUS AND DRIVING METHOD  
THEREFOR  
PUBN-DATE: May 29, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
IKEDA, GENICHI	
OTSUKA, SHINJI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOKYO GAS CO LTD	N/A

APPL-NO: JP08293789  
APPL-DATE: November 6, 1996

INT-CL (IPC): H01M008/06 , H01M008/04

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell apparatus and a driving method for the apparatus by which a catalyst is prevented from being poisoned and a reaction by the catalyst can be sufficiently carried out even in a high load region and a prescribed electricity generating efficiency can be maintained even in a low load region.

**SOLUTION:** A load of a fuel cell is measured by a load detecting means 32, a S/C (steam/carbon) ratio is determined by a S/C ratio determining means 40 based on the measured load, and the supply amounts of steam A2 and a raw material gas A1 to be supplied to a reformer of a fuel cell are controlled by supply amount controlling means 56, 58, V2, V3, 42, 43 based on the determined S/C ratio.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO